

Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten

Von Dipl.-Volkswirt Dr. W. Wolf, **Bamberg**

Erlanger Dissertation · Bibliotheks-Nr. D 29

Sonderdruck

aus der Zeitschrift „Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis“ 1956, Heft 7/8

HECKNERS VERLAG · WOLFENBÜTTEL



Digitized by the Internet Archive
in 2026

R. UNIV.
BIB. 10 THEAT.

Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten

1. Einleitung. 2. Sorten und Sortenwechselkosten. 3. Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten hinsichtlich der Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoff. 4. Maßnahmen im Bereich der Betriebsleitung. 5. Gemeinwirtschaftliche Maßnahmen. 6. Ergebnis. — Literatur.

1. Einleitung

Sorten sind „Sacherzeugnisse, die 1. in sich einfach gestaltet sind, einen gemeinsamen Ursprung besitzen und ein und derselben Art angehören; 2. mit Rücksicht auf die Verwendbarkeit Unterschiede der Güte, Größe, Form und sonstigen Ausführung aufweisen; 3. zumindest in ihrem wesentlichen Produktionsprozeß zwangsläufig miteinander verbunden sind; 4. im allgemeinen als Ergebnisse der mehrfachen und wechselnden Massenfertigung anfallen“¹⁾. Sie treten als konstruktiv und fabrikatorisch verwandte Erzeugnisse im Erzeugungsprogramm vieler Betriebe auf. Alle Kosten, die durch die Umstellung des Betriebs vom Bezug, von der Herstellung und Lieferung einer Sorte auf die andere anfallen, sind Sortenwechselkosten. Diese „Sortenwechsellast“ (Schmalenbach) kommt in der Vorstellung zum Ausdruck, daß der Betrieb wesentlich billiger arbeiten könnte, wenn er statt der Vielzahl der Sorten bei gleichem Beschäftigungsvolumen sich mit der Herstellung einer einzigen Sorte begnügen könnte. Die Sortenwechselkosten verteuern die Produktion, weil jede Sorte einen anderen Absatzrhythmus hat und wechselnde Ansprüche an Betriebskapazität und Fertigungsverfahren stellt. Die Ausnützung der Umstellungskosten fordert Vorratsproduktion, wodurch wiederum die Kosten der Lagerhaltung und des Absatzrisikos wachsen. Die Beherrschung einer Vielzahl detaillierter Produktionsdaten übt eine Fernwirkung auf alle Teilgebiete der betrieblichen Arbeit aus. Nicht Investition, sondern vor allem die geistige Durchdringung des Betriebsgeschehens ermöglicht die fortwährende Verbesserung der betrieblichen Leistungsfähigkeit.

Zum allgemeinen Anwachsen der fixen Kosten kommt hinzu, daß die Sortenzahl eher wächst als sinkt. Die Wirtschaft kann sich an Nachfrageerhöhungen schneller als an Nachfragesenkungen anpassen. In der Unterbeschäftigung steigt der Anteil der Wechselkosten an den Gesamtkosten. Dazu kommt, daß die Hauptsorten oft eine prozentual stärkere Abnahme ihrer durchschnittlichen Auftragsgröße aufweisen als die absatzschwachen Nebensorten und daß die Dispositionsfristen sich verkürzen. Deshalb

¹⁾ WOLTER, A. M.: Das Problem der Wirtschaftlichkeit bei der industriellen Sortenproduktion, ZfhF, 31. Jg. 1937, S. 331 ff.

tragen die Sortenwechselkosten konjunkturverschlechternde und die Konjunkturschwankungen verschärfende Momente²⁾ in sich.

2. Sorten und Sortenwechselkosten

Es gibt Hauptsorten, Nebensorten, Saisonsorten, Lagersorten, nur in der Menge eines bestimmten Auftrages herzustellende Auftragsorten, Sonder-, Dauer- und Engpaßsorten, nebeneinander herstellbare Parallelsorten, gleichzeitig hergestellte alliierte Sorten, absatzsichere, absatzriskante, ertragsschwache und ertrags-tüchtige Sorten (Wolter), komplementäre, gekuppelte, werkstoff-, arbeits-, ein-richte- und versandkostenintensive und -extensive Sorten. Obersorte und Unter-sorte gehören in die Sortenobergruppe und -untergruppe. Die Einheitssorte³⁾ ist die Bezugssorte der Sortenrechnung. Demgemäß stellen die Sorten nach Neu-wahl⁴⁾ besondere Ansprüche an folgende Betriebsfunktionen: Gestaltung, Vor-bereitung, Bereitstellung, Abrechnung, Angebot, Versendung, Verrechnung. Neuwahl gliedert diese Kosten in Grundkosten (Vorrichtungen, Werkzeuge, Modelle), Auflegungskosten und Auftragskosten (des Kundenauftrags), denen noch außerbetriebliche Sonderkosten hinzugezählt werden können.

3. Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten hinsichtlich der Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoff

31 Arbeitskräfteeinsatz

Der Beschäftigungswechsel und das Fluktuieren der Arbeitskräfte in der Sortenproduktion fördern psychologische Gegensätzlichkeiten und er-zeugen Leerlauf. Viele Vorgesetzte wollen sich durch ängstliche Geheim-haltung ihrer Berufserfahrungen unentbehrlich machen. „Persönliche Spannungen und Mißhelligkeiten belasten den Arbeitseffekt mehr als sachliche Mängel“⁵⁾. Deshalb sind eine neutrale Beschwerdestelle, die Prämiierung von Verbesserungsvorschlägen und die Pflege des Stamm-personals zu fordern.

Der Vorgang des Sortenwechsels ist die Umstellung der Maschinen im engeren Sinne. Die unmittelbare Koppelung der Abrüstezeit mit der Ein-richtezeit verspricht Zeitersparnisse und vermeidet Unachtsamkeiten. Unmittelbar nach der Abrüstung ist der Befund der Betriebsmittel den zuständigen Stellen zu melden. Das Wiederinstandsetzen von Werkzeugen obliegt allein der Reparaturabteilung. Kleinere Reparaturen sollen in

²⁾ Vgl. dazu STUCKEN, R.: Die Konjunktoren im Wirtschaftsleben, Jena 1932; CLAUSING, G.: Reine und realistische Wechsellagenlehre, Sonderdruck aus Schmollers Jahrbuch f. G., V. u. VW. im D. R., Jg. 57/1933.

³⁾ WOLTER, A. M.: Das Rechnen mit fixen und proportionalen Kosten, Köln und Opladen 1948, S. 183 ff.

⁴⁾ NEUWAHL, H.: Richtige Selbstkostenermittlung bei Aufträgen verschiedener Stückzahl unter besonderer Berücksichtigung der Einrichtekosten, Diss., Berlin 1933, S. 4.

⁵⁾ GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Die Produk-tion, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1951, S. 141.

die Umstellungszeit verlegt werden. Die Auftragsbegleitkarte und die vorzeitige Verständigung zwischen Meister, Arbeiter und Einrichter verkürzen die Umstellzeiten. Das Augenmerk ist auf bestimmte „Schwerpunktarbeiten“ zu richten, die für das Tempo der Umstellung ausschlaggebend sind. Dazu gehören eine elastische Arbeitsverteilung, die Kontrolle der von Hilfskräften vorgenommenen Handlungen und das alleinige Recht des Einrichters, die Maschine anlaufen zu lassen, ohne das die Verantwortungsfrage oft nicht zu klären ist. Die Kontrolle des Erzeugnisses und die Unterweisung der Ausführenden durch den Einrichter beenden die Umstellung.

Die Arbeitsverteilung während der Umstellung ist auch eine Aufgabe der Einrichter, die selbst unter Beschäftigungsausgleich stehen, indem sie in anderen Abteilungen aushelfen, sofern sie im engeren Arbeitsbereich nicht benötigt werden. Die Umstellung der mit Gemeinkosten wesentlich schwerer belasteten Maschine des weiteren Arbeitsbereichs soll der der billigen Maschine des engeren Arbeitsbereichs vorgehen. Die zeitstudienmäßige Beobachtung ermöglicht die Feststellung, ob beim Einsatz von 1, 2 oder 3 Einrichtern die Summe aus Einrichterkosten, Arbeiterlohn und Gemeinkosten der Maschine, alles mit der verbrauchten Zeit multipliziert, am niedrigsten ist. Zudem haben die Einrichter wichtige Füllarbeiten.

Dem Meister steht bei der Arbeitsverteilung das „Vormannsystem“ zur Seite, das Meinungsverschiedenheiten schon auf unterster Stufe klären soll. Er bedient sich einer Arbeitseignungstabelle, die die Personen und ihre bisherigen Tätigkeiten enthält, zu denen betriebswichtige Liebhaberbeschäftigungen gehören. Da der Meister viel Zeit zur Arbeitsunterweisung benötigt, soll er sich dazu einer besonderen Methode bedienen, zu der die Hervorhebung des Wesentlichen, der Hinweis auf Gefahren und die Beantwortung von Fragen gehören. Er vermeidet Arbeitsunterbrechungen an gemeinkostenintensiven Arbeitsstellen, um wiederholte Einarbeitungszeiten nicht entstehen zu lassen. Der Arbeiter soll nur einem Meister unterstellt sein. Für Umstellungen können eigene Funktionsmeister eingesetzt werden.

Zeitstudien. Es wird oft versäumt, Ansatz und Auswertung der Zeitstudie kostenwirtschaftlichen Entschlüssen dienstbar zu machen. Bei der Untersuchung der Einrichtezeit (Rüstzeit) ist darauf zu achten, daß sie nicht durch Arbeitshandlungen verlängert wird, die in die Laufzeit der vorhergehenden Sorte verlegt werden können. Dazu gehören Gespräche über den neuen Auftrag und seine Behandlung. Ferner ist die Schwerpunktarbeit der Umstellung zu ermitteln. Das Arbeitsexperiment soll Gewohnheitsfehler aufdecken. Die Beobachtung der Anlaufzeit ist zwar für die Ermittlung der Vorgabezeiten nicht typisch, aber sie zeigt, ob Bedienungselemente entsprechend der Häufigkeit ihres Gebrauchs leicht zu betätigen sind. Starke Streuungen im Ausschußanfall der Anlaufzeit

deuten auf Mängel der Einrichtung und Arbeitsmethode hin. Je höher der Anteil der Nebenzeiten an der Stückfolgezeit ist, desto kleiner ist oft anfangs der Ausschuß, desto langsamer sinkt er meistens auch. Die Beobachtung nicht voll angelernter Arbeitskräfte zeigt, wo die Arbeit verbessert werden kann. Der Zeitwert technischer Kniffe wird deutlich. Wertvolle Aufschlüsse gibt der Vergleich der Einrichte-, Anfahr-, Stück- und Verteilzeiten verschiedener Maschinen beim gleichen Arbeitsgang oder gleicher Arbeitsgänge bei verschiedenen Sorten.

Der Auftrag ist oft eher beendet als seine Einarbeitungszeit. Um den störungsfeindlichen und damit für die Sortenproduktion wichtigen Leistungslohn nicht aufgeben zu müssen, ist eine Einarbeitungsausgleichszeit zu verrechnen, die sich ergibt aus „der Summe der Arbeitszeiten, die bis zur Erreichung der vollen Einarbeitung aufgewendet werden müssen oder müßten, abzüglich der Summe der Arbeitszeiten, die für die gleiche Anzahl Einheiten nach erreichter Einarbeitung erforderlich sind oder sein würden“⁶⁾. Allgemein gilt, daß die Stückzeit nach der Einarbeitung aufgenommen werden soll. Der zeitweise Verzicht auf die Aufnahme der Teilzeiten wahrt die Wirtschaftlichkeit der Refa-Arbeit. Die Ähnlichkeit der Arbeitsgänge empfiehlt die Anwendung des Interpolations-, Rechen-, Zusammensetz- und Schätzungsverfahrens. Was bei Nebensorten als Verteilzeit gilt, darf bei Hauptsorten nicht als Nebenzeit angesehen werden. Gleicherweise ist auf die Abgrenzung zwischen abzugeltender und nicht abzugeltender Verteilzeit zu achten. Unter Gewährung einer Übergangszulage müssen Verbesserungen der Arbeit die Korrektur der Vorgabezeiten veranlassen. Die Veränderlichkeit der Arbeitsverhältnisse verlangt die schriftliche Niederlegung der Arbeitsbedingungen (Griffwege) und eine relativ große Zahl „vorläufiger“, jederzeit neu festlegbarer Vorgabezeiten. Die Unterscheidung zwischen „guten“ und „schlechten“ Sorten durch die Akkordnehmer beweist Differenzierungen der Vorgabezeiten, die sich durch die Sortenzahl auf längere Sicht hin ausgleichen sollen.

Die optimale Arbeitsstellenzahl als das Verhältnis der Zahl der Personen, Maschinen und Arbeitsgänge zueinander wird deutlich an der Rechnung zur optimalen Besetzung einer Kreissäge, die von den Brettern Latten absägt und die Brettreststücke zum Bedienungsplatz der Maschine zurückbefördert:

Zahl der Arbeiter	2	1	1	1	1
Leerzeitsatz in %		20	27	30	40
Gemeinkosten/Std. DM	3	3	3	3	3
Stillstandsgemeinkosten		—,50	—,74	—,86	1,32
Lohn und Soziallasten	3,10	2,12	2,33	2,43	2,80
Kosten der Leistungsstunde	<u>6,10</u>	5,62	<u>6,07</u>	6,29	7,12

⁶⁾ BÖHRs, H.: Probleme der Vorgabezeit, München 1950, S. 113. Vgl. Wolf, W.: Refa-Tagung in Nürnberg, Rationalisierung, München, Jg. 1/1950, S. 150.

Eine Holzsorte, die 27 % Leerzeit (Neben- und Verteilzeit) hervorruft, kann mit dem gleichen Kostenergebnis in Ein- oder Zweimannbedienung verarbeitet werden. Liegt der Leerzeitsatz über 27 % der Stückzeit, so ist die Zweimannbedienung, liegt er darunter, so ist die Einmannbedienung zu bevorzugen. Bei 2 DM Kosten pro Stillstandsstunde, dem Stundenlohn einschließlich Soziallasten des Facharbeiters von 1,70 DM, des Hilfsarbeiters von 1,40 DM verlangt eine mit 20 % Leerzeit behaftete Sorte in Einmannbedienung, um die gleiche Leistung wie in Zweimannbedienung zu erzielen, die Arbeitszeit von $100 : (100 - 20) = 1,25$ Std. Dann sind die Stillstandskosten der Maschine $2 (1,25 - 1) = 0,50$ DM. Der Lohn beträgt $1,25 \cdot 1,70 = 2,12$ DM usw. Die Überbeschäftigung der Maschine erlaubt zur Vermeidung von überoptimaler Arbeitsgeschwindigkeit und Überstundenarbeit das Abgehen von der Grundregel. Die Sortenfolge kann nicht so leicht geändert werden wie die Stellenbesetzung. Ihre Veränderlichkeit erschwert die Verakkordierung der Arbeit und drängt zum Gruppenakkord und Zeitlohn. Die geringste Leerzeit haben Mittelsorten, Sorten mittlerer Größe.

Den umgekehrten Fall der Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter beansprucht die

Optimale Arbeitsstellenzahl bei Webstühlen

a) Maschinenzahl	1	2	4	6	8
b) Verteilzeit einer Maschine in %	4	5	7,5	12	18
c) Lohn/Std. + Soziallasten in DM	1,88	1,94	2,06	2,19	2,31
d) Verteilzeitzuschlag in DM	—,28	—,60	1,65	3,86	7,63
e) = c + d	2,16	2,54	3,71	6,05	9,94
f) = e : a, Differenzkosten pro Maschine und Stunde	2,16	1,27	<u>—,93</u>	1,01	1,24

$d = bc : 100 + 5 ab : 100 = b (c + 5a) : 100$, wobei mit 5 DM Stillstandsgemeinkosten pro Maschinenstunde gerechnet wurde.

Ein Facharbeiter soll kostengünstigster Weise 4 bis 5 Maschinen bedienen. Die besonders von Auftrag zu Auftrag schwankende Reißfähigkeit der Garne verändert den Verteilzeitsatz und damit die optimale Maschinenzahl, die nicht laufend verändert werden kann. Zur Optimalisierung der Arbeitsverhältnisse bedient eine Person nicht 4, sondern 6 oder 8 Maschinen und ambulante Hilfskräfte, wie Ketteneinleger (Einrichter), Fadenknüpferrinnen und Garnaufstecker helfen unter der Leitung eines Funktionsmeisters bei der Beseitigung von Störungen, wodurch der Leistungsgrad der Maschinen auf 80 % gehoben wird. Mit der Einschränkung, daß die Reaktionsschnelligkeit der Maschinenbedienung mit steigender Maschinenzahl sinkt, ist die optimale Maschinenzahl $n = \sqrt[3]{L : Mv^2}$ (L = Stundenlohn, M = Maschinenkosten/Std., $v = 1/100$ des Verteilzeitprozentatzes bei Bedienung von nur einer Maschine). — Weitere Beispiele für die Optimalisierung der Arbeit ergeben sich besonders bei handwerklich betonter Arbeit aus der Zusammenlegung von Arbeitsgängen (Wegfall von Nebenzeiten) oder durch die Teilung von Arbeitsgängen, Fälle, die in der Sortenproduktion häufig sind.

Die Entlohnungsverfahren der wechselnden Fertigung müssen mittels Schlichtungsinstanzen dem Umstand Rechnung tragen, daß wechselnde Losgrößen eine Verschiebung der Verdienstgrundlagen verursachen

können. Bei großer Sortenzahl muß sich auch schon die durchschnittliche Losgröße verändern, um bei gleichbleibender Leistung Abweichungen vom Normalverdienst zu erzeugen. Um die umständliche Abgrenzung zwischen Akkord- und Zeitlohnarbeit zu vermeiden, ist mit durchschnittlichen Umstellungszeiten und mit in der Anlaufzeit ermittelten Vorgabezeiten für Sonderaufträge zu rechnen. Es empfiehlt sich nicht immer, die Ausschußmengen, die unterhalb einer Höchstgrenze liegen, unbeachtet zu lassen. Die Unterschreitung dieser Grenze soll prämiert werden. Der Gruppenakkord vereinfacht die Lohnrechnung insofern, als nicht jeder Arbeitsgang, sondern mehrere oder viele Arbeitsgänge mit einer einzigen Vorgabezeit verrechnet werden. Auch die Zahl der Einarbeitungszuschläge verringert sich auf einen einzigen Zuschlag pro Auftrag. Ohne daß sich die Lohnrechnung ändert, kann die Arbeitsgruppe die im Typen- und Beschäftigungswechsel liegenden Störungen durch gegenseitige Hilfs- und Füllarbeiten zum Ausgleich bringen. Die Leistungen der Gruppenteilnehmer gleichen sich aneinander an. Daneben muß auf die Feststellung und Vergütung außerdurchschnittlicher Einzelleistungen nicht verzichtet werden. Noch elastischer und einfacher als die Lohnverrechnung aus festen Zeitvorgaben pro Stück ist die Entlohnung aus dem Verhältnis der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden zu den erreichten Akkordstunden. Oft ist die Akkordarbeit gerade dort wertvoll, wo sie nicht exakt anzusetzen ist, ohne daß die Mühe der Verakkordierung unwirtschaftlich zu werden droht. Dem in Verwaltungsbetrieben und Versandgeschäften anzutreffenden „Auftragsakkord“ liegt die Erfassung der durchschnittlichen Auftragszeit zugrunde. Wenn sich die durchschnittliche Auftragsgröße ändert, muß die mengen- oder geldwertproportionale Auftragszeit-Abweichung gesondert in Rechnung gestellt werden. Die Arbeitsbewertung fördert das Interesse an der schwierigeren Arbeit dadurch, daß sie die Schwierigkeit der Arbeit nach Punkten bewertet und die Entlohnung danach abstuft.

Wechselintensive Büroarbeit. Die reine Umstellung vollzieht der Mensch an sich leichter als die Maschine, aber seine Einarbeitungszeiten sind ungleich größer. Deshalb sollen Unterbrechungen der Arbeit nicht in willkürlicher Weise angeordnet werden. Gleichartige Fälle sollen der gleichen Person zugewiesen werden, die nicht jeden Fall einzeln, sondern möglichst viele Fälle in einem „Bürolos“ abfertigt und durch Umsortierung inhaltlich ähnliche Bürolöse hintereinanderschaltet. Die Zusammenarbeit mehrerer Personen soll gleichzeitig erfolgen, verbunden mit einer Umgruppierung der Arbeitsplätze, um Laufzeiten einzusparen. Der Grundsatz einer gewissen Freiwilligkeit der Aufgabenwahl kommt der Bereitschaft zur initiativen Umstellung und Einarbeitung entgegen. Die Arbeitsmethode kann oft erfolgreich der Größe des Büroloses angepaßt werden. So ist z. B. die Verwendung eines zusammensetzbaren Stempels von der „Stückzahl“ abhängig. Genormte Vordrucke, Sonderordner, stati-

stische Aufstellungen und Sichtkarteien erleichtern den Tätigkeitswechsel. Porto-Frachten-Vergleichstabellen⁷⁾ z. B. ersparen vergleichende Such- und Rechenarbeit. Die Genauigkeit statistischer Erhebungen steht oft in Widerspruch zu ihrem Zweck, weil die Vorbereitung der Büroarbeiten nicht im richtigen Verhältnis zu ihrer Laufzeit steht. — Allgemein ist zu beachten, daß im Gegensatz zu den Arbeitsgängen der Fertigung die Bewirtschaftung einer Nebensorte vertikale Arbeitszusammenfassung hintereinander geschalteter Arbeitsstufen, Hauptsorten jedoch vertikale und horizontale Arbeitsteilung fordern. Nebensorten verlangen vielseitig, Hauptsorten speziell einseitig ausgebildetes Personal. Beide Prinzipien können miteinander bestehen. Stabsdienststellen, die der Betriebsleitung direkt unterstehen, sollen unbeschränktes Informations- und beschränktes Anordnungsrecht besitzen.

32 Sortenwechselbedingter Betriebsmitteleinsatz

Auch dann, wenn das Sortenprogramm immer das gleiche ist, ergibt sich für jede Sorte eine Transportkosten sparende günstigste Maschinenaufstellung. Für sie ist maßgebend das Produkt aus den Durchsatzgewichten der Sorten und den Maschinenentfernungen, womit eine Verhältniszahl für den anzustrebenden Grad der Mechanisierung des Transportwesens gewonnen ist. Da die Umgruppierung eine organisatorische Anlaufzeit verursacht, soll die Kostenersparnis schon wesentlich größer sein als die direkten Kosten der Umstellung. Zahl und Reihenfolge der Aufträge und Maschinenumgruppierungen müssen in ein kostengünstiges Verhältnis zueinander gebracht werden. Zur Senkung der Förderkosten sind „leichte und mittelschwere Maschinen ... so aufgestellt, daß eine schnelle und wirksame Umstellung mit geringen Kosten durchgeführt werden kann“⁸⁾. Ferner werden „kurze, verstellbare Förderbänder“ eingesetzt. Die Materialflußkosten werden gesondert erfaßt.

Zur Maschinenausrüstung gehören Maschinenkarten, die Vorschübe, Drehzahlen, Arbeitsbreiten, Standflächen usw. enthalten, ferner eine Bedienungsanweisung und Umstellungstabellen, die Umstellzeiten, Wechselläder, Werkzeuge, Toleranzen und Materialabmessungen der Sorten angeben. Die Abstimmung der Qualität des Handwerkszeuges auf die Häufigkeit seines Gebrauchs ist nicht unwichtig.

Die Betriebsmittelkonstruktion. Allgemeine Grundsätze der Konstruktion besagen, daß wenigstens in Bezug auf bestimmte Sortengruppen unter Wahrung des Prinzips der Einheitlichkeit das Baukasten- und Verbundsystem beachtet werden soll. Die Austausch- und Auswechselbarkeit der Teile zwecks Abstimmung der Stoff- und Bearbeitungsqualität auf ihre Beanspruchung, die möglichst vielseitige Verwendbarkeit der

⁷⁾ Vom Verf. veröffentlicht.

⁸⁾ RKW: Innerbetriebliches Förderwesen, Erfahrungen einer englischen Studienkommission in USA, München 1951, S. 16, 28 und 47.

Betriebsmittel, die Vermeidung der Verwechslungs-, Beschädigungs- und Unfallgefahr sind weitere Gesichtspunkte. Erst die Kostenfrage entscheidet, ob eine gute technische Lösung wirtschaftlich ist.

Im einzelnen ist darauf zu achten, daß die Präzision der Arbeit der Maschine möglichst nicht von der Genauigkeit der Abmessungen des Rohstoffs abhängig sein soll. Die Zugänglichkeit der Maschinenteile und Umstellungselemente muß örtlich und tatsächlich nach der Häufigkeit ihrer Betätigung abgestuft sein. Andererseits gehören z. B. die Regulierung der Spantiefe und automatische Meßanzeige zusammen. Zur Vermeidung von Unfällen kann u. U. ein zweiter Schalter die Sperre des einen Elements durch das andere ersetzen. Die Verwendung von Hebeln, Griffen, Handrädern, Zugstangen erspart die Werkzeugsuche. Kleine Übersetzungen ermöglichen oft unbeschadet der maschinellen Abnutzung genaue Einstellungen. Sinnfällige Bedienung liegt vor, wenn Handrad und Schlitten sich in gleicher Richtung bewegen. Einheitliche Sinn- und Schaltbilder erleichtern die Bedienung und Störungssuche. Verschiedene Oberflächengestaltung und Farbgebung der Griffe lassen auch eine Unterscheidung danach zu, ob die Bedienung während des Laufes der Maschine erfolgen darf oder nicht.

Geschwindigkeitskalkulatoren und Vorwählschaltungen ermöglichen die schnelle Ermittlung des richtigen Arbeitstempas und die automatische Umstellung der Maschine auf die gewünschten Drehzahlen, -richtungen und Arbeitsgänge. Auswechselbare Kurvenräder, Lochkarten und in zunehmendem Maße die Elektronensteuerung finden Anwendung.

Rationalisierungsgemeinschaften sollten die Vielfalt gleicher Maschinentypen beschränken, weil es nur wenige, als Einheitsbauweisen anzureichende Bestgestaltungen von ausreichendem Gebrauchswert und niedrigem Gestehungspreis gibt⁹⁾. Zur Aufgabe des Vorrichtungsbaus, einfache an Stelle teurerer Maschinen zu verwenden, sagt Schreyer¹⁰⁾, daß ihm Leitsätze fehlen, die das Gebiet beherrschbar machen, ganz im Gegensatz zur Refa-Arbeit. Die Konstruktionskalkulation vergleicht die Kostenwirkungen verschiedener technischer Lösungen und grenzt ihre Anwendungsbereiche ab. Dem Konstrukteur sollen Gestaltungsrichtlinien, Normensammelmappe, Maschinenmaßblätter, Schrifttum und Kostensätze zur Verfügung stehen.

Beispiele: Die Universal-Holzbearbeitungsmaschine eignet sich zum „baukastenmäßigen Ausbau als 2-, 3-, 4- usw. bis 14-Zweck-Maschine nach Auswahl.“ — Besonders für Neben- und Sondersorten ist wichtig, daß z. B. ein Preßwerkzeug

⁹⁾ Betrachtungen über die Technische Messe in Hannover, Holz-Zentralblatt, Stuttgart, Jg. 77/1951 Nr. 63, S. 775.

¹⁰⁾ SCHREYER, K.: Grundsätze für die Gestaltung von Vorrichtungen, Die Technik, Berlin, Band 1/1946, H. 1, S. 54 f.

einer neuen Sorte dienen kann, wenn nur die Werkzeug-Aufnahmeelemente, aber nicht auch Führung, Gehäuse und Grundplatte neu erstellt werden müssen. — Einscheibenkupplung und Reibungsbremse einer Stufenpresse wirken „durch die schnelle Reaktion besonders günstig beim Ausprobieren und Einrichten der Werkzeuge“¹¹⁾. — Spannzange, Spindelbremse, Schnellgang, Rücklauf und Gewindeschneiden einer Revolverdrehbank erfordern nur einen Bedienungshebel. — Größere Maschinen läßt man stillstehen, um kleinere Posten bestimmter Profile „nach alter Manier auf Tischfräsern von Hand zu bearbeiten“, die neue Kehlmaschine dagegen ermöglicht eine „blitzschnelle Veränderung der Einstellung ... mit einer einzigen Kurbelbetätigung“, weil alle Werkzeugführungselemente auf einem Arbeitsschlitten gelagert sind.

Kalkulatorische Maschinenbestimmung. „Auf den technischen muß sich der wirtschaftliche Vergleich aufbauen, der den Einfluß wechselnder Kostenverhältnisse, die Größe und Zusammensetzung der Aufträge und die Marktanforderungen berücksichtigt“¹²⁾. Bei nah verwandten Maschinen geht der höhere Preis oft auf Kosten verbesserter Einrichtevorrichtungen, eine Abweichung vom Gesetz der Reziprozität der Einrichte- und Stückkosten; mit steigendem Maschinenwert steigen erstere und sinken letztere. Mit steigender Größe der Maschinen und Werkstücke sinken die Einrichtekosten zunächst ab und steigen dann stark an. Anders als bei Auftragsorten ist bei Lagersorten die Ermittlung der jeweils optimalen Maschine schwieriger. Die Auflegung optimaler Losgrößen garantiert dann noch nicht, daß keine andere Maschine billiger arbeitet; bei der kritischen Menge von 530 Stück arbeiten beide Maschinen gleich teuer, darüber ist Maschine I, darunter II billiger.

Maschine	E	s	L	$s' = (E + z + Ls) : L$	400 Stück kosten
I	200	1	5520	1,06	600 DM
II	40	1,3	2140	1,33	560 DM
$200 + 1 L' = 40 + 1,3 L'$				$200 + 1 L'' = 40 + 1,3 L'' = 40 \text{ DM}$	

$L' = 530$ Stück = kritische Losgröße; Monatsbedarf = 1000 Stück, E = Einrichtekosten, s = prop. Stückkosten, L = optimale Losgröße, s' = gesamte Kosten/Stück, z = Zinsen der optimalen Losgröße.

Zur Auffindung der schlechthin optimalen Maschine bleibt nichts anderes übrig, als das Sortenprogramm unter besonderer Berücksichtigung der kleinen Losgrößen rechnerisch durch die Maschine hindurchlaufen zu lassen und die Kosten der Aggregate der gleichen Zahl von Arbeitsgängen zu vergleichen.

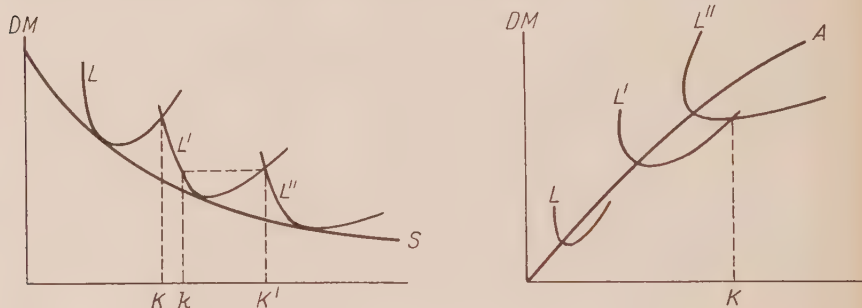
¹¹⁾ Konstruktionen der Nationen, Der Maschinenmarkt, Coburg, Jg. 60/1954, Nr. 70/71, S. 120.

¹²⁾ HERTLEIN, A.: Zur Problematik der Wirtschaftlichkeit, München 1949, S. 371.

Sortenkosten-Kapazitätsrechnung der Maschine A

a) Sorte Nr.	50	55	usw.
b) Stückzahl, jährl.	50 000	300 000	
c) optimale Losgröße ϕ	5 000	20 000	
d) Prop. Stückkosten, DM	0,02	0,03	
e) Kosten einer Umstellung, DM	150	120	
f) Zahl der jährl. Einrichtungen	10	15	
g) Jährl. Stückkostenkapazität bd, DM	1 000 +	9 000 =	10 000 DM
h) Jährl. Einrichtekostenkapazität ef, DM	1 500 +	1 800 =	3 300 DM
G) Jährl. Gesamtkostenkapazität g + h, DM	2 500 +	10 800 =	13 300 DM

So können auch die Sortenkosten verglichen werden. Die richtige Zusammensetzung des Maschinenparks wird durch Verwendung von Schaubildern der folgenden Art gefördert:



Maschinenwerte

L, L', L'' = steigende optimale Losgrößen; K, K' = kritische Maschinenwerte, die infolge veränderlicher Sortenschaltungskosten verschiedene Losgrößen mit den gleichen Stückkosten herstellen; K', k = Maschinenwerte, für die L' eine kritische Losgröße ist; S = Optimale Stückkosten; A = Optimale Auftragskosten.

Steigende Auflagen haben zunächst proportional, dann degressiv ansteigende Maschinenwerte im Gefolge. Steigende Maschinengrößen sind auf progressiv steigende Auflagen angewiesen (Gesetz der optimalen Stückzahlprogression) und der Beschäftigungsgrad wird wichtiger als optimale Maschinen- und Betriebsgröße. Neben dem vom Sortenprogramm bestimmten relativen Optimum der Maschinengröße gibt es ein absolutes, weil steigende Vorbereitung und Anstrengung notwendig ist, um immer größere Maschinen zu bauen und zu bedienen. Die Maschinen mittlerer Größe sind meistens von ausgereifter Konstruktion und werden in größeren Auflagen hergestellt, weshalb bei großen Maschinen im Zweifel die kleinere und bei kleinen Maschinen die größere vorzuziehen ist. Maschinen großen Arbeitsbereichs sind gegen einseitige Belastung kostenempfindlicher als solche kleinen Arbeitsbereichs. Die Lehre

vom „optimalen Maschinenaggregat“ erstreckt sich auch auf die Abstimmung der Kapazitäten, Arbeitsbereiche und -geschwindigkeiten der Maschinen aufeinander. Vorgelagerte Maschinen der unteren Fertigungsstufen dienen der Vorbearbeitung des Werkstoffs in größeren Losen. Kleiner sind Maschinen und Lose der nachgelagerten, oberen Fertigungsstufen, die sortenbildende Verfahrensänderungen ertragen können und sollen. Deshalb sind die Maschinen der Endstufen der Fertigung möglichst vielseitig und klein zu halten. Hauptsorten werden in den mittleren Arbeitsbereichen der Maschinen, Nebensorten in deren Randzonen hergestellt, die oft mit geringerer Arbeitsgenauigkeit behaftet sind als die Mittelzonen. Die aufgabenmäßige Überschneidung der Randzonen der Arbeitsbereiche verschiedener Maschinen hat beschäftigungsausgleichende Kostenvorteile, weshalb das „gemischte“, vielseitige Batteriesystem unter kalkulatorischer Vereinheitlichung der Anlagen vorzuziehen ist. „Elastische Kapazitätstoleranzen und betriebliche Umsteuerungsmöglichkeiten in den fabrikatorischen Sortensträngen sind für eine optimale Bedarfsdeckung unerlässlich“¹³⁾. Die Kapazitätsnutzung kann regellos betriebsharmonisch oder kostenprogressiv sein¹⁴⁾. Hohe Einrichtekosten und die Gefahr rückgängiger Auftragsgrößen warnen vor der Überdimensionierung der Betriebsmittel. Die in manchen Ländern verbreitete Maschinenpacht ist nachahmenswert.

Kalkulatorische Bestimmung von Werkzeugen und Vorrichtungen. Eine gute Werkzeugorganisation erleichtert Umstellungen. Sinnfällige Beschriftung und numerierte Lagerplätze der Werkzeuge ermöglichen ihren kurzfristigen Einsatz. Vor der Auflegung eines Sortenprogramms sind die möglichen Werkzeugengpässe zu ermitteln. Ein Betriebsauftrag soll so groß sein, daß er nicht unmittelbar nach, sondern vor einem Werkzeugwechsel ausläuft. Großaufträge verlangen schnelle Werkzeugreparaturen. Es ist zu unterscheiden, ob ein Werkzeug in wenigen Stücken und oft oder nur für eine einmalige Sonderanfertigung benötigt wird. Das Baukastensystem erfordert die Bewirtschaftung der austauschbaren Teile. Die jährlichen Laufzeiten der Sortenmengen, multipliziert mit dem Werkzeugverbrauch pro Laufstunde sind Verhältniszißern, die angeben, in welchem Verhältnis die Zahl der Werkzeuge der Sorten zueinander stehen sollen. Besteht aber eine idealtypische Sortenfolge, z. B. von der leichten zur schweren Sorte hin, so werden Sorten mit hohen gegenseitigen Schaltungskosten mit weniger, und Sorten mit niedrigen Schaltungskosten mit relativ mehr Werkzeugen auszurüsten sein, um Werkzeugumbauzeiten einzusparen. Die Bereitschaftskosten eines zusätzlichen Werkzeuges sollen nicht höher sein, als die durch das Fehlen des „Grenzwerkzeuges“ verursachten Kosten. Fälle der folgenden Art kommen häufig vor:

¹³⁾ HASENACK, W.: Vierzig Thesen zum Kapazitätsproblem, Sonderdruck aus „Handelsblatt“, Düsseldorf, Nr. 46 vom 20. 11. 1947.

¹⁴⁾ Ebenda.

a) Ein großes Lager von Kunstschleifscheiben in einer Kugellagerfabrik weist etwa 500 verschiedene Sorten aus. Die Rationalisierung dieser Sortenwechsellast erfolgt durch Qualitätsprüfung der Scheiben zur Einschränkung von Qualitätsschwankungen, durch Feststellung ihrer unterschiedlichen Standzeiten zur Ermittlung genauer Bedarfszahlen und durch den Abruf optimaler Bestellmengen.

b) In der Naturstein bearbeitenden Industrie ist der kostengünstigste Werkzeugstahl nach Steinsorten und Arbeitsgängen verschieden. Die Härteverfahren sind schriftlich festzulegen; die Stähle sind zur Härtung nach Stahlsorten und Werkzeugtypen vorzusortieren; die Kennzeichnung der Stahlsorten erleichtert die laufende Überwachung ihrer Arbeitsfähigkeit.

c) Ob für die Herstellung von Betontreppenstufen mehrere Holzeinzelformen oder eine verstellbare Stahlblechform anzuschaffen ist, entscheidet eine Kalkulation, die die Kosten der Zahl der jährlichen Umstellungen und Reinigungen der Formen, Zinsen, Abschreibungen und die Summe der Laufzeitkosten einander gegenüberstellt.

d) Der optimale Werkzeugwert für eine einmalig herzustellende Sondersorte liegt dort, wo eine Erhöhung des Werkzeugwertes abzüglich der Werkzeug-Verwertungskosten nicht mehr von der Senkung der Auftragskosten übertroffen wird. Die Verwendungsfähigkeit der Vorrichtung für andere Maschinen und Sorten muß konstruktiv und kalkulatorisch berücksichtigt werden.

e) Das Optimum kann dort liegen, wo die Senkung der Ausschußkosten den Kosten einer Werkzeugverbesserung gleichkommt.

f) Ein drehbarer Vielstahlhalter läßt sich schnell auf die verschiedensten Arbeitsgänge umstellen; aber seine Rentabilität wird von der Auftragsmenge bestimmt.

g) Eine Maschine ist überlastet. Neben der Frage, ob sich die Anschaffung einer neuen Maschine rentiert, ist zu prüfen, ob man das Werkzeug verbessern, die Normalarbeitszeit überschreiten oder die Lose verringern soll:

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
Fixkosten der Werkzeugverbesserung	— 500		— 500
Mehrkosten durch Überstundenarbeit	300	200	400
Einrichtekosten	400	— 200	300
Laufzeitkosten	500	— 100	450
Zinsen durch Lossenkung		400	250
Kostenersparnis	<u>700</u>	<u>300</u>	<u>900</u> DM

Im ersten Fall verbessert man das Werkzeug, im zweiten verringert man die Lose, im dritten, günstigsten Fall erfolgt beides. Die Kosten der Überstundenarbeit verlangen ein Abgehen von der optimalen Losgröße (der Lagersorten). In der Überbeschäftigung erlaubt es die Dringlichkeit der Aufträge oft nicht, durch Auflagenerhöhung Einrichtekosten einzusparen.

h) Eine bereits vorhandene, mit 20 Bohrern ausgestattete Maschine arbeitet auch bei kleinen Auflagen mit den niedrigsten Kosten, wenn ein Möbelfabrikat mit 20 Löchern versehen werden soll. Ist nur eine Einbohrer-Maschine vorhanden, so bestimmt die Auflage und ihre Wiederholungen den zulässigen Grad der Mechanisierung: Die gedankliche Erhöhung der Bohrerzahl der Maschine hat jeweils Kostenvor- und Nachteile, die für die Anschaffung der Vorrichtung I sprechen:

a) Anzuschaffende Vorrichtung	I	II
b) Anschaffungswert	— 1 000	— 2 000
c) Restverkaufswert	200	500
d) Fixkosten in der Besitzzeit	— 500	— 1 000
e) Grenzkostenersparnisse (Löhne, Material, Laufzeit-, Umstellungskosten)	1 900	2 400
f) Warenlagerzinskosten	— 100	— 200
g) = Fz : Z	— 200	— 150
h) Kosten'ertrag/-verlust	300	— 450

Zu e) sind die gegenüber der bereits vorhandenen Vorrichtung anderen optimalen Auftragsgrößen zu berücksichtigen. Die Anschaffung macht einen Teil der fixen Kosten der vorhandenen Vorrichtung deckungslos (g), wobei F = fixe Kosten der vorhandenen Vorrichtung, z = ihre Arbeitszeit für die Aufträge zu e) und Z = ihre Gesamtarbeitszeit ohne die anzuschaffende Vorrichtung ist.

i) Die Herstellung profilierter Holzleisten soll mit den Fräsern S', W und W' erfolgen:

Optimale Profilfräswerkzeuge

Werkzeug	S-Stahl			Widia		
	S	S'	S''	W	W'	W''
a) Anschaffungskosten	100	100	50	600	600	400
b) Standzeit in Stunden	4	6	6	20	22	16
c) Kosten einer Nachschärfung	2	2	3	6	6	6
d) Zahl der jährlichen Umstellungen	15	10	8	15	10	8
e) Kosten einer Umstellung	15	25	15	10	20	20
f) Lebensdauer in Stunden	120	120	100	1 350	1 500	1 200
g) Jährliche Laufzeit in Stunden	800	80	8	700	70	7
h) Jährliche Zinsen, Abschreibung	20	20	20	160	120	160
i) Afa = ag : f	666	66	4	311	28	2
j) Nachschärfen cg : b	400	27	4	210	19	2
k) Umstellungskosten de	225	250	120	150	200	160
l) Laufzeitmehrkosten zu g	200	20	2			
G) Gesamtkosten h + i + j + k + l	1 511	383	<u>150</u>	<u>831</u>	<u>367</u>	324

Anschaffungspreis und Umstellungskosten folgen in diesem Fall keiner Regel. Der Unterschied in den Gesamtkosten zwischen "W und S" wirft die Frage nach der Vereinheitlichung der Werkzeugausrüstung auf. Für die Einbeziehung bereits vorhandener Werkzeuge in die Kalkulation gilt der für die Preispolitik maßgebende Satz, daß die fixen Kosten vorhandener Anlagen nicht zu berücksichtigen sind¹⁵⁾ nicht; sie werden in der dispositiven Rentabilitätskalkulation aus dem oft niedrigen Veräußerungswert errechnet und angesetzt.

Die optimale Satzzahl. Die kalkulatorische Rangordnung der Druckverfahren besagt, daß mit steigender Auflage zunächst die einfache Vervielfältigung anzuwenden ist, dann das Fotodruckverfahren, der Flachdruck mit einem und mehreren getrennten, dann kombinierten Handsätzen und schließlich der Rotationsdruck. Die höchste Qualität des Druckes liegt bei dem mittelschweren Ver-

¹⁵⁾ SCHMALENFACH, E.: Selbstkostenrechnung und Preispolitik, 6. Aufl., Leipzig 1934, S. 276.

fahren des Handsatzes. Die Faustregel, die Satzzahl sei dann optimal, wenn die Sätze nach Auslieferung des Auftrages an der Grenze ihrer Gebrauchsfähigkeit angelangt sind, trifft nur bei relativ teuren Sätzen zu:

z	z'	k	k'	A	A'	d (Pf)	G
1	3	500	850	15	45	0,7	1245 DM
2	4	700	970	18	36	0,4	1206 (1147)
3	3	850	850	21	21	0,3	1021
4	4	970	970	24	24	0,25	1119

z = Zahl der gleichzeitig im Druck arbeitenden Sätze; z' = Zahl der herzustellenden Sätze; k = Satzkosten zu z; k' = Satzkosten zu z'; A = Auflegungskosten zu z; A' = Auflegungskosten zu z'; d = Druckkosten pro Stück; Losgröße L = 50 000 Stück; G = Auftragskosten = $k' + A' + dL : 100$.

Die optimale Satzzahl liegt bei 3 Sätzen, die mit je 17 000 Druckhüben unbrauchbar werden. Die Kombination der Satzzahl z = 2 mit z' = 3 bedeutet, daß 3 Sätze hergestellt, 34 000 Stück mit 2 und 16 000 Stück mit einem Satz gedruckt werden; mit 1147 DM Kosten rentiert sich das Verfahren nicht. Die Degression der Druckkosten ist verschieden, je nach Satzzahl und -art und Stückzeit (Hubzeit) der Maschine. Dann sind die Gesamtkosten einer Auflage = Satzkosten + Auflegungskosten + Schichtstundenkostensatz mal Stückzahl : Hubzahl/Std. : optimale Satzzahl. Wenn die Setzerei unter- und die Druckerei überbeschäftigt ist, wird man eine höhere, im umgekehrten Fall eine kleinere Satzzahl als die optimale wählen. Häufiger Auftragswechsel beinhaltet die Gefahr, daß ähnliche Satztexte ohne Rücksicht auf die Auflagen in gleicher Weise gestaltet werden. Bei Kleinaufträgen muß an den Satzkosten, bei Großaufträgen an den Druck- und Papierkosten gespart werden. Satzkombinationen haben die Wirkung, daß z. B. der Firmenkopf und ein Teil des Textes nur einmal gesetzt und mit den übrigen Sätzen zum Druck von Prospekten, Preislisten usw. kombiniert werden. Gleichartige Aufträge verschiedener Kunden, die entsprechend beraten worden sind, können im Sammeldruck gleichzeitig gedruckt werden. Der Bestimmung des Nachfrageoptimums bei Druckwerken dienen fixkostenorientierte Preisanalysen, die die Nachfrageelastizität bei veränderlichem Buchumfang berücksichtigen.

Der Modellbau. Modelle bestimmen die Auftragskosten oft wesentlich. Für den Modellbau eignen sich wegen der Wartezeiten weniger die Maschinen der regulären Fertigung als vielmehr Mehrzweckmaschinen. Wichtig ist die Zusammenschaltung gleichartiger Arbeitsgänge bei der Herstellung verschiedener Modelle. Zu diesem Zweck müssen die Herstellungsfristen bewirtschaftet werden. Es kommt auf die Zahl der Modelle an, ob ein Arbeiter gleichartige Arbeitsgänge an verschiedenen Modellen oder verschiedene Arbeitsgänge an gleichen Modellen leisten soll. Die spätere Verwendungsfähigkeit des Modells muß bei seiner Herstellung berücksichtigt werden. So zeigt Rabe¹⁶⁾ wie die Abmessungen eines Flanschmodells durch das Aufsetzen von Ringen, Segmentleisten und Scheiben aus Holz geändert werden. Nach Wegnahme dieser

¹⁶⁾ RABE, K.: Modelltischlerei, Deutsche Werkmeisterbücherei, Wittenberg-Lutherstadt 1949, Gr. VIII, Bd. 1, S. 181 ff. und S. 142.

Teile ist das alte Modell wieder verwendungsfähig. Das Dreiklassensystem der Modellherstellung¹⁶⁾ nach DIN 1511/2 klassifiziert die Modelle nach ihrer Bauweise. Rabe¹⁷⁾ fragt nach Stückzahl, Toleranz, Konstruktion und Kosten. Mit steigender Stückzahl werden folgende Fragen immer wichtiger: Die leichte Handhabung des Modells, seine Maßhaltigkeit, aus wieviel Teilen das Modell bestehen soll, die Kostendegression der Herstellung mehrerer gleicher Modelle, die unter Berücksichtigung des Erkaltens der Werkstücke und des Gemeinkostensatzes einer kostenoptimalen Zahl von Arbeitern die fließende Arbeit ermöglichen:

Kosten beim Einsatz von	1	1	2	3	usw. Modellen
Afa					
Einrichtekosten					
Altmodellwert					
Prop. Kosten ohne Afa beim					
Einsatz von					
2 Personen					
3 Personen usw.					
Sortenkosten insgesamt					

Wo nun diese Sortenkosten am niedrigsten sind, liegt die günstigste Modellkonstruktion und die optimale Zahl der Modelle und Arbeiter. Bei großen Losen richtet sich die Modellzahl nach der Arbeiterzahl, bei kleinen ist es umgekehrt. Wiederholt aufzulegende Sorten sehen Losgrößen und Arbeitsbedingungen in Wechselwirkung zueinander.

33 Die Materialwirtschaft des Sortenwechsels

Erhöhte Sortenzahlen bewirken noch mehr erhöhte Material-Überbestände. Trotzdem fehlt dann oft das passende Material, das unter besonderem Kostenaufwand schnellstens bezogen werden muß.

Eine der Hauptaufgaben der Lagerverwaltung ist die Sammlung von Erfahrungen über die qualitative Eignung der Werkstoffe und die Kontrolle der Materialverwendung. Auf den Bestellzetteln soll der spezielle Zweck angegeben sein, dem das Material dient. Die Vielfalt der Sorten bedingt eine eingehende Materialprüfung, mit der die Prüfung der Preiswürdigkeit des Werkstoffs zu verbinden ist. Die Werkstoffe sollen mittels Farbe, Bestempelung usw. deutlich gekennzeichnet sein. Die häufige Überprüfung der Mindest- und Meldemengen ist notwendig. Gewisse Überbestände werden bei ganz selten und sehr häufig aufzulegenden Sorten in Kauf genommen. Die Lagerung des Materials nach Sorten widerspricht der zur Abkürzung der Laufzeiten des Personals zweckmäßigen Lagerung nach der Häufigkeit der Sortennachfrage; eine Zwischenlösung ist die Lagerung nach Sortengruppen und innerhalb dieser nach der genann-

¹⁷⁾ Modellschlosserei, a. a. O., Bd. 3, S. 125 f.

ten Häufigkeit. Die Karteiblätter sind vor Sortenprogramm-Besprechungen auf den neuesten Stand zu bringen. Das Interesse der Verwaltung richtet sich nach den Materialschwerpunkten des Programms. Je größer der Betrieb ist, desto wichtiger wird die Forderung, das Bringsystem an Stelle des Holsystems zum Grundsatz zu machen und Teile des innerbetrieblichen Transportwesens der Lagerleitung zu unterstellen¹⁸⁾. Das gilt auch für die Nebenlager, deren programmgebundene Bestände der zentralen Auskunftsstelle des Hauptlagers unterstehen. Große Zwischenlager hemmen die Verwirklichung von Neukonstruktionen. Ambulante, schon beim Sortenanlauf arbeitende Materialkontrollen dienen der Aufindung des günstigsten Verhältnisses zwischen Arbeitsweise der Kontrollen, Qualität, Toleranzen und Ausschuß des Werkstoffs. Manchmal können Ausschußstücke für den ausschußgefährdeten Anlauf des nachfolgenden Arbeitsganges Verwendung finden.

Die Einkaufsbedingungen sind oft so verschieden, daß es ratsam ist, auf die Anerkennung der eigenen Bedingungen zu drängen und die Zahl der Lieferfirmen zu beschränken. Die Einkaufsbedingungen sollten ähnlich wie die Allgemeinen Spediteurbedingungen vereinheitlicht werden. Der Bezug von standardisierten, genormten und deshalb in größeren Auflagen hergestellten Werkstoffen verspricht Lieferbereitschaft der Hersteller, Qualitätsstabilität und aus Gründen fixkostenbetonter Fertigung tendenziell niedrige Preise. Ferner sind zu beachten Qualitätszusagen, Sammelbestellungen und Rahmenverträge mit Jahresmengen-Rabatten, Mengentoleranzen, Umtauschrechte und Abrufrechte auf Teilmengen. Unerwünschte Teillieferungen sind abzulehnen. Wichtig sind weiterhin Mängelrügen, der Fixkauf und die Verschiebung der Vertragsgrundlage (§§ 377 HGB. und 459, 326, 157 BGB.).

Die Vielzahl der Zahlungsbedingungen erfordert ihren Vergleich: Bei einem Zinssatz von $z = 10\%$ kommt 1% Rabatt einer Verlängerung der Zahlungsfrist um $365 : 10 = 36,5$ Tagen gleich. Wenn 5000 DM (s) in 14 (T) Tagen mit 3 (R) $\%$ oder in 70 (t) Tagen mit 1 (r) $\%$ Rabatt zur Wahl stehen, so ist wie folgt zu rechnen. $3 - 1 = 2\%$; $2 \text{ mal } 36,5 = 73$ Tage; $70 - 14 = 56$ Tage; $73 - 56$

17 Tage, um deren Zinsen in Höhe von 23,30 DM die erste Bedingung günstiger ist.

$$\frac{s}{100} \left(R - r - \frac{(t - T) z}{365} \right) = \text{kalkulat. Differenz}$$

Die Angebotsanalyse. Den Anteil der fixen und proportionalen Kosten an den Preisen der Anbieter zeigt die Angebotsanalyse. Sie dient der preislichen Beurteilung veränderlicher Bestellmengen, wenn nicht vom Angebot stark abweichende Mengen den Einsatz anderer Maschinen zur Folge haben. Oberhalb der kritischen Bestellmenge von 9000 Stück ist A, darunter ist B der billigere Anbieter:

¹⁸⁾ SCHMALENBACH, E.: Neue Aufgaben der Betriebswirtschaftslehre, in: Betriebswirtschaftliche Beiträge (1. Lieferung), Bremen-Horn, Hamburg, Hannover-Döhren 1947, S. 5 f.

Lieferant	A	B
Angebot 5 000 Stück	8 000	7 600 DM a
Angebot 7 000 Stück	10 700	10 500 DM b
2 000 Stück	2 700	2 900 DM c = b — a
7 000 Stück	9 450	10 150 DM d = 7 000 c : 2 000
Auftragsfixe Kosten	1 250	350 DM e = b — d
Stückprop. Kosten	1,35	1,45 DM f = c : 2 000
	$1\,250 + 1,35\,x = 350 + 1,45\,x; \, x = 9\,000$	

Optimale Bestellmengen. Die Bestimmung kostengünstiger Bestellmengen wird übersehen, wenn z. B. generell jede Bestellung einen Dreimonatsbedarf decken soll. Helbing¹⁹⁾ schlägt vor, bei rückgängiger Beschäftigung einen Zweimonatsbedarf, im umgekehrten Fall eine Vier- bis Fünfmonatsbedarfsmenge einzukaufen. Zur Ermittlung der auftragsfixen Bestellkosten trägt jede Person in einen hinsichtlich seiner Fragestellung klar abgegrenzten Fragebogen ihren Zeitaufwand für bestimmte Tätigkeiten oder für die Bearbeitung bestimmter Sorten ein. Die Vielzahl detaillierter Schätzungen bringt kleine Fehler zum gegenseitigen Ausgleich. Die folgende Rechnung, die sich auch für die Differenzierung der Kostenstellenzuschläge eignet, dient der Ermittlung der sorteneigenen Kosten, die hier mit 330 DM, 250 DM usw. ausgewiesen werden.

Kombinierte Verhältnisziifernrechnung

Personengruppe	A	B
a) Zeitverbrauch		
für Sorte 1)	2	1,7
2)	2,5	0,5
3)	1,5	2
4)	2	3,8
b) Personalkosten-		
verhältnisziiffer	2	2,5
		$1\,440 : 36 = 40$
Umrechnung 1)	4	$4,25 = 8,25 \times 40 = 330$ DM
ab, A + B 2)	5	6,25 250
3)	3	8 320
4)	4	9,5 13,5 540
		<u>36</u> <u>1 440 DM</u>

Die Gesamtkosten von 1 440 DM werden mittels der die Summe von 36 darstellenden Verhältnisziiffern den Sorten zugerechnet. Die Tageskosten der Sorte 2) in Höhe von 250 DM werden mit Hilfe des Zeitverbrauchs pro Kleinauftrag (20 Min.), der Gesamtzahl der täglichen Aufträge (20) und der täglichen Arbeitszeit von 480 Min. wie folgt aufgelöst:

$$250 \times 20 \times 20 : 480 = 208 \text{ DM fixe Auftragskosten}$$

$$250 - 208 = 42 \text{ DM prop. Auftragskosten.}$$

¹⁹⁾ HELFING, H.: Auftrags- und Terminwirtschaft, ZfhF, Jg. 26/1932, S. 32.

Diese Kostenauflösung ist für die Anwendung der noch zu betrachtenden Optimalformel notwendig, die andererseits durch andere wichtige Kosten an Bedeutung verliert. Unter Berücksichtigung der „Sprungvorteile“ (z. B. Rabattsatzerhöhung) wird die optimale Bestellmenge geschätzt und die Kostenvor- und -nachteile ihrer Erhöhung oder Verminderung werden verglichen:

Bestellmengen-Optimalkalkulation

Bestellwerterhöhung um DM	2 000	3 000	4 000
a) Kalkulat. Rabatterhöhung	140	140	160
b) Lagerzinsen	— 70	— 80	— 110
c) Lagerverwaltungskosten	— 20	— 25	— 33
d) Lagerentwertungskosten	— 10	— 15	— 20
e) Fracht	30	45	55
f) Bestellkosten	58	100	120
g) Verpackungskosten	0	10	15
h) Anrollkosten	10	15	20
i) Kosten dieser Kalkulation	— 3	— 3	— 3
j) Preisänderungsrisiko	— 60	— 70	— 100
k) Auftragsmengenrisiko	— 40	— 50	— 80
l) Qualitätsschwankungsrisiko	50	40	20
m) Summe	85	97	— 44

Die als optimal geschätzte Bestellmenge von 10 000 DM muß um 3 000 DM auf 13 000 DM erhöht werden. Die Beträge der Rechnung ergeben sich häufig aus einer Überlegung der folgenden Art: Wenn der Bezug einer Menge im Wert von 10 000 DM (b) 300 DM (f) Fracht, die Bestellmenge im Wert von 13 000 DM (B) 360 DM (F) Fracht kostet, so ist die in der Bestellwerterhöhung liegende kalkulatorische Frachtersparnis in Anlehnung an den proportionalen Satz von Schmalenbach

$$f \cdot (B - b) : b - (F - f) = 30 \text{ DM.}$$

Dieses Ergebnis ist nicht anwendbar bei „Abschlußbestellungen“, denen für eine größere Zeitspanne keine gleichartige Bestellung folgt. Die Risiken können im Verein mit den Faktoren Umsatzschnelligkeit, Auftragsstückelung, Auftragsgrößenstreuung und Qualitätsstabilität mit Hilfe einer Punktbewertung berücksichtigt werden.

Beispiel. In der Holzleistenfabrikation verlangen lange Lagerzeiten des Rohmaterials, Sortenvielzahl und Auftragsorientierung der Fertigung die Beobachtung der saisonalen Absatzentwicklung. Dann kann es trotzdem vorkommen, daß z. B. 10 cbm Schnittmaterial der Stärke 20 mm gebraucht werden, die nicht auf Lager liegen, jedoch die vorhandene 22-mm-Sorte Verwendung finden könnte, der ein größerer Holzverlust anhaftet. Ob es sich rentiert, die eine oder andere Sorte zu verwenden, zeigt folgende Optimalkalkulation:

a) cbm	5	10	30	60
b) Bezugskosten/cbm 20-mm-Sorte	20	17	14	12
c) 22-mm-Sorte	12	10	8	7
d) cbm-Preis 20-mm-Sorte	180	175	166	160
e) 22-mm-Sorte	165	165	163	160
f) Ergebnis in Mark	33	5	— 219	— 660
$f = a(b + d) - a(c + 1,1 e)$				

Bis zur Bedarfsmenge von 10 cbm kann das produktsortenwidrige 22-mm-Schnittholz eingesetzt werden, bei darüber liegenden Mengen ist eine eigene Bestellung vorzunehmen. Der Faktor 1,1 berücksichtigt den zusätzlichen Holzverlust der Vorratssorte.

4. Maßnahmen im Bereich der Betriebsleitung

Die Arbeitsvorbereitung. Die Zusammenfassung aller Maßnahmen zur Lenkung einer wechselnden Fertigung ist Sache der Arbeitsvorbereitung. Sie ist zwar nur Vollzugsorgan, kann aber besonders bei der Festlegung des Fertigungsprogramms wichtige Anregungen geben, weshalb auf ihre gute Zusammenarbeit mit der Ein- und Verkaufsabteilung zu achten ist. Entsprechend den Aufgabenschwerpunkten, Engpaßfragen und unvorhergesehenen Zwischenfällen muß sie selbst einen Wechsel in der Arbeitsrichtung vornehmen. Dazu braucht sie eine Personalreserve, einen Werkstab, der nicht mit jeder Nebenarbeit belastet wird, oder ein Planungsbüro, das Abweichungen vom vorgedachten Betriebsablauf untersucht. Um das betriebliche heterogene Geschehen zu synchronisieren, müssen gleichartige zu führungstechnischen Vorgängen zusammengefaßt werden²⁰⁾. Diese Leistungszentralisation und der Vorteil scharf ausgearbeiteter Befehlslinien und Instanzenzüge vertragen sich mit einer organisatorischen Dezentralisation, die die Nachteile der steigenden Betriebsgröße und der Wechselhaftigkeit der Fertigung auffängt. Nach dem Ressortprinzip ist die Verantwortung zu dezentralisieren: Jeder Vorgesetzte ist für die in seinem Arbeitsbereich notwendigen Maßnahmen zur Durchführung eines bestimmten Sortenprogramms voll verantwortlich, sofern er gegen das ihm vorgelegte Programm keine Einwände erhebt und sofern die Arbeitsvorbereitung keine Maßnahmen zwingend vorschreibt. Die Abgrenzung der Verantwortungsbereiche ist notfalls in Form von Dienstanweisungen so zu regeln, daß keine Planungslücken entstehen können. Alle Dienststellen müssen das laufende Programm in Händen haben und über dessen Abänderungen informiert werden. Die für die Sortenproduktion typischen Umdisponierungen sollen das kurzfristige Programm möglichst unbehelligt lassen. Die gesetzten Termine, die ausreichend sein müssen, sollen durch betriebsnahe Stellen geplant und die technische soll zur Terminkontrolle ausgebaut werden. Die Institution der Terminjäger darf nicht zur Dauereinrichtung werden. Die Terminfrage ist wegen der Bedeutung einer kostengünstigen Sortenschaltung wichtig. Die Arbeitsvorbereitung muß eine besondere Methodik zur kostengünstigen Auflösung möglicher Wechsellagen entwickeln, wobei ihr vor allem die Kalkulation hilft. Durch die Entwicklung des Sortenprogramms überflüssig gewordene Verwaltungs- und Kontrollarbeiten müssen abgebaut werden. Unter Beibehaltung ihres Grundsystems sollen Leitmittel wie Auftragsbegleitkarten, Urwerklisten, Stücklisten usw. den wechselnden Erfordernissen angepaßt werden.

²⁰⁾ GUTENEERG, a. a. O., S. 192.

Die optimale Losgröße. Die technisch optimale Losgröße zeichnet sich dadurch aus, daß ihre weitere Erhöhung keine wesentliche Senkung der Auflegungskosten pro Stück bewirkt. Die wirtschaftlich optimale Losgröße dagegen berücksichtigt auch die Absatzmengen und damit die Lager- und Zinskosten der Produkte. Je mehr sich beide Losgrößen einander nähern, desto wahrscheinlicher ist es, daß ein einrichtekostenintensiveres Fertigungsverfahren billiger wird. Die wirtschaftlich optimale ist in der Regel kleiner als die technisch optimale Losgröße, und je größer dieser Unterschied ist, desto größer ist der Kostengewinn einer Anpassung des Verfahrens an die Stückzahl. Die Bestimmung der wirtschaftlich optimalen Losgröße erfolgt unter Anwendung der Zinsstaffelrechnung durch Gegenüberstellung der Zins- und Auflegungskosten, wofür Beste²¹⁾ von Steinmann ein Beispiel verlangt.

Bei 10% Zins- und Lagerverwaltungskosten, 0,60 DM Stückkosten und den gegebenen monatlichen Absatzmengen ergibt sich für den 1. Januar die optimale Auflage von 9 000 Stück in der folgenden

Differenzkostenrechnung der optimalen Losgröße

Monats-	Erhöhung		Auflegungs-	Kosten-
bedarf	auf Stück	Zinsen	kosten	differenz
J 5 000	6 000	— 7	+ 20	+ 13
F 2 000	7 000	— 14	+ 40	+ 26
M 1 000	8 000	— 28	+ 60	+ 32
A 8 000	9 000	— 43	+ 80	+ 37
M —	10 000	— 73	+ 100	+ 27
J —	11 000	— 103	+ 120	+ 17

Die optimale Auflage am 1. Januar ist 9 000 Stück. Das ergibt sich aus der Summe der Kostenvor- und -nachteile einer Erhöhung der mit 5 000 Stück als optimal geschätzten Auflage. Im ersten Fall liegen 6 000 — 5 000 Stück 6 Wochen auf Lager, also beträgt die Zinskostenerhöhung $1\,000 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 0,60 : 52 : 100 = 7$ DM. Die durch die Erhöhung der Stückzahl erwirkte Ersparnis an Auflegungskosten beträgt 4 000 DM (jährl. Auflegungskosten) : $200\,000$ Stück (jährl. Stückzahl) mal $1\,000 = 0,02 \cdot 1\,000 = 20$ DM usw.

Bei vom Durchschnitt abweichenden Mengen sind wiederholt bei der jeweils optimalen Menge die Kosten einer Auflegung, für die doppelte Menge die halben, für die halbe Menge die doppelten Kosten anzusetzen und die Zwischenwerte zu interpolieren. Weil das Absatzintervall im April endet, ist zu fragen, ob man die restlichen 7 000 Stück und einen gewissen Sicherheitsbestand nicht gleich mit der ersten Auflage herstellen soll. Die Auflage im April wäre mit 7 870 Stück optimal. Stellt man bei der ersten Auflage 9 000 + 7 870 Stück her, so entstehen zusätzliche Zinsen für die Zeit vom 1. 1. bis 7. 4. in Höhe von $7\,870 \cdot 0,60 \cdot 13 \cdot 10 : 52 : 100 = 120$ DM, denen die Kostenersparnis einer Umstellung (100 DM) und ein Sortenschaltungs-vorteil (20 DM) von zusammen 120 DM gegenübersteht.

²¹⁾ Beste, Th.: Der Stand der betriebswirtschaftlichen Planung, ZfhF, 1941 bis 1944, H. 5/6/1942, S. 184; STEINMANN, H.: Plankostenrechnung, Neue Deutsche Forschungen, Abt. Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1939, S. 19 ff.

Die indifferente Auflage von 7 870 Stück kann ohne kalkulatorischen Nachteil mit der ersten Auflage oder am 7. April als eigene Auflage hergestellt werden. Liegt ihre Stückzahl unter 7 870 Stück, so ist sie mit der ersten Auflage, liegt sie darüber, so ist sie als eigene Auflage herzustellen. Die optimale Losgröße soll Monate kleiner Bedarfszahlen einbeziehen und vor Monaten großer Bedarfszahlen haltmachen. Die Auflegungskostenersparnis ist nicht regelmäßig von der jährlichen Stückzahl, sondern auch von den Absatzintervallen abhängig. Wendet man dagegen die Optimalformel²²⁾ an, so errechnen sich 11 690 Stück als optimale Auflage, da anstatt mit der Zinsstaffelrechnung mit dem nicht eindeutig zu ermittelnden durchschnittlichen Monatsbedarf zu rechnen ist, und die nachgewiesene Erhöhung der ersten Auflage findet in dieser Formel keine Stütze:

$$L = 49 \sqrt{\frac{aM}{sz}} = 49 \sqrt{\frac{100 \cdot 23870}{0,6 \cdot 10 \cdot 7}} = 11690 \text{ Stück.}$$

M = durchschnittlicher Monatsbedarf, a = Auflegungskosten, s = Stückkosten, z = Zinssatz.

Es ist zu beachten, daß die auftragsfixen und -proportionalen Kosten aller Fertigungsstufen zusammengefaßt werden müssen. Dabei sind die Zinsen des bereits vorhandenen Materials nicht zu berücksichtigen. Der Vergleich der Ergebnisse der Differenzkostenrechnungen besagt, daß z. B. 4 800 Stück einzukaufen und aufzulegen sind, wenn die günstigste Losgröße des Einkaufs 3 000, die der Fabrikation 6 000 Stück beträgt:

Erhöhung der Auflage um	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000 Stück
Differenzkosten Einkauf	55	<u>60</u>	50	20	5
Differenzkosten Fertigung	10	20	60	90	<u>95</u>
Summe	65	80	<u>110</u>	<u>110</u>	100

Losgrößenwechsel und Fertigungsverfahren. Das „Auftragskosten-Gesetz“ verlangt ein günstiges Verhältnis der technischen zur wirtschaftlich optimalen Losgröße, das etwa zwischen 2:1 bis 6:1 und bei Umstellungskosten liegt, die 5 bis 10 % der Auftragskosten ausmachen. Größere Schwankungen der Auftragsmengen der gleichen Sorte greifen die kalkulatorische Eignung der technischen Verfahren und Sorten an. Vergleicht man die auftragsfixen und -proportionalen Kosten eines kleinen und eines großen Auftrages, so ist es möglich, daß ersterer viel zu klein und letzterer viel zu groß ist, um dem technischen Verfahren angepaßt zu sein.

Wird z. B. Maschine II zusätzlich angeschafft, um die für sie optimalen Losgrößen b zu übernehmen, so wird mit 28 000 – 24 000 = 4 000 DM Mehrkosten als bisher gearbeitet; wird aber gleichzeitig auch Maschine I abgeschafft, so übernimmt II auch die für sie nicht günstigen Losgrößen a, arbeitet dann aber um 17 000 + 24 000 – 38 000 = 3 000 DM billiger als I:

²²⁾ Vgl. SCHMOCKER, H.: Kalkulation, Zürich 1948.

Maschine	I	I	II	II
Sortenprogramm	a	b	b	a + b
Bereitschaftskosten	2 000	3 000	11 000	8 000
Prop. Auftragskosten	12 000	18 000	13 000	22 000
Fixe Auftragskosten	3 000	3 000	4 000	8 000
Gesamtkosten in DM	17 000	24 000	28 000	38 000

Die Bereitschaftskosten von 3 000 DM (I b) sind im Falle II b zusätzlich eingerechnet worden. Steigt die Zahl der Aufträge bei gleichbleibender Gesamtmenge der Produktion, dann sinkt die durchschnittliche Losgröße und die kleinere Maschine I wird die allein optimale Maschine. Ebenso kann das Sortenprogramm wie im errechneten Fall in die kalkulatorische Veranlagung der Maschine II hineingewachsen sein. Das Risiko der planwidrigen Änderung der Lebensdauer der Sorten und Losgrößen wächst mit dem Zeitraum, der der Rechnung zugrunde liegt.

Je größer die Bereitschaftskosten sind, desto eher können bei steigendem Ausnutzungsgrad der Maschine nichtoptimale Auflagen kostengünstiger hergestellt werden als umgekehrt optimale Auflagen bei sinkendem Beschäftigungsgrad. Das günstigste Verhältnis zwischen Maschinen- und Werkzeugkosten ist auch eine technische Zweckmäßigskeitsfrage. Aber die Bereitschaftskosten bewirken, daß ein optimales Werkzeug zur Herstellung von Auftragsarten im Verhältnis zur Laufzeit zu teuer, zur Auftragszahl jedoch zu billig sein kann.

Bei weniger intensivem Wechsel der Losgrößen sind folgende weiteren Maßnahmen zu ergreifen: Maschinenumgruppierung, verstärkte Materialauslese und -kontrolle, verbesserte Arbeitsablaufgestaltung und Gruppenbildung, die fließende Arbeit ermöglichen, Zeitstudien usw. Jedes Fertigungsverfahren hat seinen kalkulatorisch abgegrenzten Geltungsbereich²³⁾, wobei immer die Frage offen ist, ob nicht durch die Verstärkung oder Abschwächung einer einzelnen Maßnahme der Kostengewinn zu erhöhen ist. Die Rechnung der dispositiven Anpassung sieht z. B. wie folgt aus:

<i>Kostenaufwand</i>		<i>Kostenerträge</i>	
Maschinenumgruppierung	80	Material	120
Vorrichtungen verbessern	50	Laufzeit	150
Rutsche, anteilige Kosten	40	Transport	100
Prüfstellen, zusätzlich	40	Lohn	100
Einrichte-Mehrkosten	30		
Zeitstudien	20		
Auftragskostenminderung	210		
	470 DM		470 DM

Eine prozentual gleiche Ausschußmenge bietet bei steigender Auftragsgröße oder Absatzmenge immer größere Summen zur Kostensenkung an.

²³⁾ Vgl. HERTLEIN, a. a. O., S. 361 und 367.

Die „Kostentransformation“ ist bei steigenden Losgrößen die vermehrte Verwendung von fixen Vorbereitungs- und Umstellungskosten und die Anwendung eines Verfahrens verbilligter Stückkosten; bei sinkenden Losgrößen dagegen werden fixe Kosten proportionalisiert. Die Fertigungsverfahren der Konkurrenz sind nur insoweit Vorbild, als die Absatzmärkte eine gleichartige Zusammensetzung nach Auftragsgrößen und -mengen haben.

Sortengestaltung und Produktionsverfahren. Die Sortenkonstruktion ist in erster Linie von den Bedürfnissen des Marktes abhängig. Der Zusammenhang zwischen dem Wechsel der Verfahrenstechnik und der Sortenbildung ist jedoch ungewiß²⁴⁾. Die Abgrenzung der Gestaltungsbereiche der Sorten ergibt sich aus der oft verschiedenen großen Auflage der Einzelteile der Erzeugnisse. Nebensortenteile sollen nicht mit der Forderung nach hoher Präzision belastet sein. Allgemein empfiehlt sich die Anwendung des Baukasten- und Mehrzwecksystems und die komplementäre Gestaltung der Sorten zur Ausnutzung des Rohstoffs. Die Sortenweiche²⁵⁾, die Trennung der Fabrikationsstränge im Fertigungsprozeß, soll nach Hasenack in eine möglichst späte Stufe des Fabrikationsablaufs verlegt werden, um die Sortenbildung mit einfachsten Mitteln zu ermöglichen. Die Arbeitsgänge der unterschiedlichen Verpackung, Etikettierung, Farb- und Formgebung, der Oberflächenbehandlung, wie Schleifen, Trommeln, Polieren, Galvanisieren, die Sandstrahlbehandlung und der bloße Materialwechsel haben besondere Bedeutung. Sie variieren das Erzeugnis und verschieben seine Nutzgrenze. Die spanabhebende Verformung, wie Drehen, Fräsen, Bohren, ist für kleinere Auflagen, die spanlose Verformung, wie Gießen, Stanzen, Pressen, ist für große Auflagen bestimmt. Die Verfahrenswechsel der Fertigung sind sortenbildend. Sorten, die Verfahrenswechsel leicht vertragen, haben besondere absatzpolitische Bedeutung. Die Konstruktion der Nebensorten kann leichter als die der Hauptsorten geändert werden. W r b a²⁶⁾ zeigte, daß durch einfache Konstruktionsänderungen die Anwendung des einfacheren, billigeren Verfahrens möglich wurde. Die Qualität des Produkts setzt der Manipulierung der Verfahren Grenzen. Umgekehrt kann eine höhere optimale Stückzahl und damit Kostenverbilligung durch Senkung der Qualitätsansprüche erreicht werden. Das Gesetz vom „Qualitätsprimat der mittleren Stückzahlen und Sortengrößen“ wird bei Massenerzeugnissen zugunsten höherer Auflagen durchbrochen. Große Sortenzahlen

²⁴⁾ HEFER, A.: Die Abrechnung wechselnder Massenerzeugnisse in Rohstoff-, Halbfertig- und Teilerzeugnisbetrieben, ZfhF, Jg. 31/1937, S. 10.

²⁵⁾ HASENACK, a. a. O.

²⁶⁾ Vgl. WRPA, A.: Einfluß von Gestaltung, Herstellung und Losgröße auf die Wirtschaftlichkeit industrieller Erzeugnisse, dargestellt an einem Beispiel aus dem Lastwagenbau, Diss. T. H. München 1933, S. 49 und 57.

bewirken, daß die Erzeugnisse in ihrer Entwicklung, Gestaltung und Ausreifung leiden²⁷⁾).

Die Sortenschaltung. Die Sortenschaltung ist jene Reihenfolge der Betriebsaufträge, die die Summe der Umstellungskosten möglichst gering werden läßt. Unvermeidbare Terminverschiebungen, Eilkommissionen und der Umstand, daß die günstigste Sortenfolge nicht für alle Maschinen die gleiche ist, zwingen Meister und Kostenstellenleiter zu einer die Maßnahmen der Arbeitsvorbereitung ergänzenden Bewirtschaftung der Sortenwechsel. Absatz- und Terminpolitik müssen die optimale Sortenfolge begünstigen. Das Beispiel aus der Feilenschleiferei von Wolter²⁸⁾ zeigt, daß ein häufigerer Sortenwechsel einseitige Schleifsteinabnutzung und Ermüdungserscheinungen vermeidet. Manche Maschinen laufen auf eine bestimmte Sorte ein (z. B. Drehbänke) und erfordern dadurch erhöhte Umstellungskosten, wenn man nicht die Maschinenabnutzung ausgleichende Sorten dazwischenschaltet. Meistens sind die Schaltungskosten um so niedriger, je näher die Sorten miteinander verwandt sind (idealtypische Sortenfolge). Diese haben aber die gleichen Beschäftigungsschwerpunkte und Engpässe. Dann ist eine „wechselnde Gruppenschaltung“ angebracht, die beschäftigungskomplementäre Sortengruppen hintereinander schaltet: Auf eine Gruppe lohnintensiver folgt eine Gruppe maschinenintensiver Sorten.

Beispiele: Die Garne in der Weberei werden vor der Verarbeitung mittels chemischer Flüssigkeiten im Tauchverfahren „geschlichtet“. Konzentration und Zusammensetzung der Schlichtflotte müssen auf die Garnsorte abgestimmt sein. Eine entsprechende Hintereinanderschaltung der Aufträge ermöglicht die Ausnutzung der Schlichtflotte und vermeidet Laugenverluste. — Der mehrfarbige Stoffdruck unterliegt der Last hoher Farbwechsel- und Ausschußkosten. — Komplementäre Werbung und Kundschaft ermöglichen in der Holzleistenfabrikation die materialsparende Längenkuppelung der Sorten: Es werden möglichst lange Stäbe erzeugt, aus denen durch „Ablängen“ die Sorten gewonnen werden. — Der Sortenwechsel in der Papiererzeugung ist in erster Linie nach Farbe, dann nach Qualität und Größe der Sorten zu bewirtschaften. Der Übergang von der hell- zur dunkelfarbigem Sorte ist viel leichter als der umgekehrte Weg. — Beim Drehen von Sandschleifsteinen werden die Steine nach Größen und nicht nach Materialarten vorsortiert. Nimmt das Sortenprogramm viele verschiedene Größen auf, so bleiben Materialverluste und Meßarbeiten erspart, weil die Steine nachträglich nach Größen sortiert werden können. — In der chemischen Industrie bleiben Reinigungskosten erspart, wenn vorausgehend jene Sorten gemahlen, gemischt oder erzeugt werden, deren Überreste für die nachfolgenden Sorten keine unzulässigen Verunreinigungen darstellen. —

Die optimale Erzeugungszusammensetzung. Sortenfolge und -kuppelung, optimale Losgrößen und Beschäftigungsausgleich stehen oft im Wider-

²⁷⁾ BÖHRS, H.: Die Organisation der Klein- und Mittelbetriebe, Z. VDI, Bd. I/1949, S. 235.

²⁸⁾ WOLTER: Das Problem . . . , a. a. O., S. 392 ff.

spruch zueinander, und das Streben nach günstigster Zusammensetzung der Erzeugung ist oft eine Suche nach dem geringsten Ubel. Aus der Vielzahl der Probleme seien einige wichtige herausgegriffen.

In welchen Mengen sind Sorten verschiedener optimaler Losgrößen zu kuppeln? Gegenüber der getrennten Fertigung G der Sorten I und II mit den optimalen Losgrößen von 5 000 und 2 000 Stück und den Auflegungskosten von 60 und 80 DM ist die gekuppelte, materialsparende Fertigung (z. B. von Holzleisten) von je 4 000 Stück um 58 DM billiger:

Erzeugungs- zusammensetzung	A	B	C	D	G
Sorte I	6 000	5 000	4 000	3 500	<u>5 000</u>
Sorte II	6 000	5 000	4 000	3 500	<u>2 000</u>
Differenzkosten:					
Zinsen	— 220	— 150	— 80	— 65	
Auflegungskosten	170	120	68	42	
Auflegungskosten	30	30	30	30	
Laufzeitkosten	42	35	28	24	
Materialkosten	18	15	12	10	
Kostengewinn/-verlust	40	50	<u>58</u>	41	

Die Veränderung der Auflegungskosten beträgt im Falle A I und II 60 (6000 — 5000) : 6000 = 80 (6000 — 2000) : 2000 = 170 DM. Im Falle C ergeben sich — 12 (I) + 80 (II) = 68 DM, im Falle D — 18 + 60 = 42 DM Ersparnis, hervorgerufen durch die Auflagenerrhöhung; die Kuppelung selbst erzeugt noch weitere Vorteile in Höhe von 30 DM. Die Kuppelung ruft ein Sinken der Arbeitsgeschwindigkeit und der Laufzeit hervor.

Neben derartigen Einzelfragen der optimalen Erzeugungszusammensetzung steht das Streben nach gleichmäßiger Auslastung der Kostenstellen im Vordergrund, z. B. mit Hilfe einer

Leistungsrechnung für Rundstabhobelmaschinen

a) Stabdurchmesser	0,012	0,020	0,035	usw.
b) Ausbeutefaktor	0,32	0,40	0,38	
c) Ausbeute pro cbm in m	2 222	1 000	310	b : a ²
d) Vorschub m/s	0,075	0,05	0,05	
e) Einsatzfaktor cbm/h	0,194	0,19	0,27	0,9 Qd 60 ²
f) Durchsatzfaktor m/h	431	190	84	ce

Q = Rohleistenquerschnitt; 0,9 = Vorgabezeit minus 10 % Verteilzeit.

In einer Woche von 48 Arbeitsstunden können aus 5 cbm Schnittmaterial 5 c = 5 · 1000 = 5000 m 20-mm-Rundstäbe mit einem Zeitverbrauch von 5000 : f = 5000 : 190 = 26,3 Std. erzeugt werden; ferner können bei 2 Umstellungen (48 — 26,3 — 1) f = 20,7 · 431 = 8921 m 12-mm-Stäbe hergestellt werden.

Eine alle Umstände zusammenfassende Sortenplanwirtschaftsrechnung²⁹⁾ basiert auf einer Rangordnung der Aufträge, die sich aus der Differenz

²⁹⁾ Derselbe: Das Rechnen . . . , a. a. O., S. 186 ff. und S. 198.

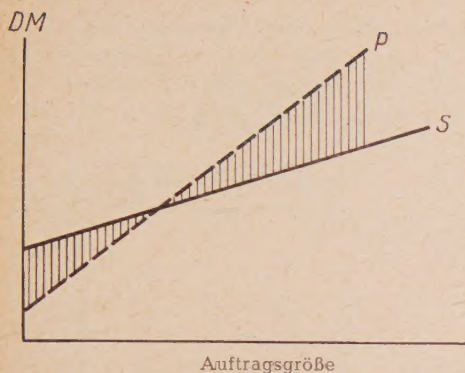
zwischen Marktpreis und Grenzkosten ergibt. So ist wegen des größeren fixen Ertrages Auftrag A zu bevorzugen, trotzdem er gegenüber dem Vollkostenpreis 3000 DM Verlust, Auftrag B jedoch 1000 DM Gewinn einbringt.

Auftrag	A	B
a) Marktpreis	20	25
b) Prop. Kosten	10	17
c) Fixkostenzuschlag	13	7
d) = a — b — c Verlust/Gewinn:	— 3	1
e) = a — b fixer Ertrag	10	8

Die Auftragskalkulation. Es soll vermieden werden, daß die verschiedensten Auftragsgrößen mit dem gleichen durchschnittlichen Stückpreis kalkuliert werden. Dann werden vielleicht 70 % der Zahl der Aufträge, die nur 20 % des Umsatzes ausmachen, mit zu niedrigen und 30 % der Zahl der Aufträge, die 80 % des Umsatzes darstellen, mit zu hohen Selbstkosten kalkuliert. Deshalb sind die Grundkosten (Werkzeuge, Vorrichtungen, Modelle, Muster) auf einem Sonderkonto zu erfassen. Die Grundkosten pro Stück errechnen sich aus der Division der Grundkosten durch die Stückzahl der Sorte. Die Umstellungs-, Auflegungs- und Einrichtungskosten werden bereits an der Kostenstelle oder insgesamt aus dem BAB ausgegliedert und mittels Verhältniszißern auf die Sorten verteilt; die Ziffern können meistens aus dem Zeitbedarf der Umstellung der Sorte ermittelt werden. Ein hoher Anteil der Gehälter der Fertigungsbüros ist auftragsfix. Somit werden die Grundkosten pro Stück, die Umstellungskosten pro Betriebsauftrag und die Auftragskosten pro Kundenauftrag als Normkosten errechnet. Zu den Selbstkosten eines Auftrags sind dann folgende Kosten hinzuzuzählen: Grundkosten, anteilige Einrichtungskosten (des Kundenauftrags im Verhältnis zur Losgröße), außergewöhnliche Sortenschaltungskosten, Kundenauftragswechselkosten (der Verwaltung) und Auftragssonderkosten (Fracht, Verpackung usw.). Die Staffe lung dieser Kosten nach der Auftragsgröße berücksichtigt diese und fixe Sprungkosten. Nur hinsichtlich der Grundkosten, Umstellungslöhne und Materialverluste ist eine buchhalterische Verrechnung zweckmäßig.

Die Preispolitik. Die Grenzkosten bilden die Preisuntergrenze und sind die gesamten Kosten des Auftrags abzüglich derjenigen Kosten, die auch entstanden wären, wenn der Auftrag nicht ausgeführt worden wäre. An dieser Grenze liegen die Kleinaufträge, die wegen ihres werbenden Charakters möglichst billig sein sollen. Der Gewinn an den Großaufträgen (rechtes Dreieck) wird durch den Verlust an den Kleinaufträgen (linkes Dreieck) reduziert.

An die Stelle der Preise kann der Umsatz und an Stelle der Selbstkosten kann die Selbstkostenmasse treten. Je größer Preisschere und die Dreiecke werden, desto labiler ist die Lage des Betriebs hinsichtlich absinken-der Konjunktur. Es ist zu prüfen, ob in diesem Fall die Betriebsmittel für



die Nebensorten, die sich meistens aus den Reihen der größten und kleinsten Sorten rekrutieren, richtig dimensioniert sind und ob eine Einschränkung der Kleinaufträge einen Nachfrageausfall oder sogar eine Preissenkung bei den größeren Aufträgen zur Folge haben kann. Umgekehrte Schlüsse und die Folgerung von vielleicht zu niedrigen auftragsfixen Kosten bei den Großauf-

trägen sind aus dem Bild einer nur schwach geöffneten Preisschere zu ziehen.

Die Preispolitik dient der Abtastung des Marktes, weil die Sortenvielzahl die Marktübersicht beeinträchtigt. Eine individuelle Preisgestaltung ist wichtig. Die Preislisten sollen Rabattspielräume haben. Aus den Rechnungen sollen die auftragsfixen Kosten ersichtlich sein.

Kundenauftragsbewirtschaftung und absatzpolitische Maßnahmen. Die Zusammenfassung von mehreren Kundenaufträgen zu einem Betriebsauftrag muß vorausschauend angestrebt werden. Die Beratung der Kundschaft, Rundschreiben und Werbeantworten erleichtern die Ausrichtung des Absatzes auf ein günstiges Sortenprogramm. Der werbende Wert der Termintreue darf aber nicht unterschätzt werden. Sonderrabatte für die Bestellmengen eines größeren Zeitraumes, für Sammelaufträge und vorzeitige Bestellungen bekämpfen die Zersplitterung der Fertigung. Betriebswichtige Sorten sind in der Werbung entsprechend hervorzuheben. Besonders bei Hauptsorten ist auf eine risikoausgleichende Streuung der Absatzmengen zu achten. Eine günstige Zusammensetzung der Kundschaft nach Auftragsgrößen, Sorten und ihre Konjunktorempfindlichkeiten beeinflussen Werbung und Rabatte. Der Versand von Sammeladungen senkt die Vertriebskosten, die oft weniger sinken als die Herstellungskosten, wodurch der optimale Betriebsstandort verschoben wird. Liefergemeinschaften senken die Sortenwechselkosten.

Der Hinzukauf von Waren dient der Vervollkommenheit des Sortiments, zumal die Nachfrage oft in verbundener Form auftritt. Deshalb kann die Streichung von Verlustsorten aus dem Sortiment Nachteile zeitigen. Das Studium der Sortimente der Konkurrenz gibt wertvolle Anhaltspunkte. Die Sammeltätigkeit des Großhandels ist unbestritten.

Sortenprogramm und optimale Sortenzahl. Optimale Sorteneinzelmenen beweisen noch nicht die absolute Günstigkeit von Sortenzahl und -programm. Die kalkulatorische Sicht der Auftragskalkulation wird durch

die Sortenzahlanalyse erweitert: Über anfängliche Verlustaufträge hinweg kann der aus dieser Analyse erkannte Weg zur Vervollkommenung des Fertigungsprogramms mit Erfolg beschriftet werden, womit der Betrieb von seiner relativen zur absoluten Kostengünstigkeit hin entwickelt wird.

Die Sortenzahlanalyse zeigt, daß z. B. in der Holzleistenfabrikation die Faktoren L (Länge), P (Profil), D (Durchmesser), H (Holzart) und Q (Qualität) in der Reihenfolge abnehmenden Maßes Einfluß haben auf

die Zahl der Sorten	D	L	P	H	Q
die Wechselkosten der					
Fabrikation	D	P	H	L	Q
Lagerhaltung	D	H	L	Q	P
Werkzeugbewirtschaftung	P	D	H	Q	L
Kundenauftragsbewirtschaftung	D	H	L	P	Q
Durchschnitt der Kostenrangfolge	<u>D</u>	<u>H</u>	<u>P</u>	<u>L</u>	<u>Q</u>

Diese Reihenfolge kann noch mit ihren Kostenmengen gewogen werden. Die Zahl der Dimensionen verursacht hohe Lagerhaltungskosten, weshalb nicht für jede Nebensorte ein bestimmtes, sondern für mehrere Nebensorten ein vielseitig verwendbares Material auf Vorrat liegt. Die Zahl der Längen und Qualitäten kann unter geringerem Kostenaufwand erhöht werden als die Zahl der Dimensionen und Holzarten. Zunehmende Betriebsgröße erhöht das Gewicht der Hauptsorten, abnehmende das der Nebensorten.

5. Gemeinwirtschaftliche Maßnahmen

Die gemeinwirtschaftliche Förderung der Vergrößerung der Auflagen senkt die Stückkosten. Auf vielen Gebieten regieren überoptimale Sortenzahlen. Deshalb sind folgende Maßnahmen zu erwägen:

- a) Die Stärkung des Einflusses des RKW zur Förderung der Normung, Typisierung und Standardisierung;
- b) die Schaffung von Lehrstühlen für Rationalisierungsfragen;
- c) die Ergänzung des Patentrechts zur Erleichterung und die steuerliche Begünstigung der Lizenzhergabe;
- d) die Förderung der Warenhäuser, Kaufhäuser, Kettenläden, Einheitspreisgeschäfte, Genossenschaften, der Markenartikelindustrie und der Rationalisierungskartelle;
- e) das Verbot von Preiskartellen;
- f) gemeinschaftliche Werbung der Industrieverbände;
- g) die Vermeidung zu starker Steuerprogressionen;
- h) die Senkung der Zölle und die Bildung gemeinsamer Märkte durch mehrere Länder.

Diese Maßnahmen müssen auf die Bedürfnisse der Mittelstandspolitik ausgerichtet werden.

6. Ergebnis

Die kalkulatorisch-dispositive Betriebsführung als ein wenig beschriebenes, aber häufig praktiziertes Aufgabengebiet steht gleichberechtigt neben der Nachkalkulation, spürt die Unwirtschaftlichkeiten des Betriebsablaufs auf und bedient sich der präzisen Aussage der Mathematik. Wo die absolute Genauigkeit der Rechnung schwer zu finden ist, läßt sie doch jedenfalls die relative Günstigkeit verschiedener Maßnahmen zur Senkung der Sortenwechselkosten erkennen. Die enge Verknüpfung der dispositiven Kalkulation mit der Technik ist eine vernachlässigte Entwicklungsrichtung der Betriebswirtschaftslehre. — Der zunehmende Konkurrenzkampf erhöht die Last der Sortenwechselkosten, die vorsorgliche Rationalisierung und vor allem ein intensiveres Hinwirken als bisher auf die Begrenzung der Zahl der Erzeugnisse verlangt. — Die Betriebswirtschaftslehre wird im zunehmenden Maße eine Lehre der Betriebsdynamik und der Sortenproduktion. —

Weitere Literatur: Auler, W.: Optimalkalkulation, Stuttgart 1933; Andler, K.: Rationalisierung der Fabrikation und optimale Losgröße, Stuttgarter Diss., München 1929; Brender, R.: Rationalisierung durch systematische Auftragsdisposition bei Einzel- und Serienfabrikation im Maschinenbau, Stuttgarter Diss. 1927; Grünhagen, F.: Vorrichtungsbau, Werkstattbücher, Hrsg. H. Haake, Springer Berlin 1939. 3. Aufl., I. Teil, H. 33; Meyer, G.: Die Auftragsgröße in Produktions- und Absatzwirtschaft, Leipzig 1941; Pentzlin, K.: Rationelle Produktion, Methodik, Grundregeln und praktische Beispiele, 1. Aufl., Gera 1945; Scheibe, E.: Vorrichtungsbau, Werkstattkniffe, Folge 17, München 1948; Schlüter, H.: Zum Problem der optimalen Losgröße, ZfhF, Jg. 6/1954, H. 4.

